

5

BEHR GmbH & Co. KG
Mauserstraße 3, 70469 Stuttgart

10

**Strömungskanal für einen Wärmeübertrager und Wärmeübertrager mit
derartigen Strömungskanälen**

15

Die Erfindung betrifft einen von einem Medium in einer Strömungsrichtung durchströmbar Strömungskanal eines Wärmeübertragers nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Darüber hinaus betrifft die Erfindung einen Wärmeübertrager mit Strömungskanälen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 40.

20

25

30

Strömungskanäle für Wärmeübertrager werden von einem ersten Medium, z. B. einem Abgas oder einem flüssigen Kühlmittel durchströmt und grenzen dieses erste Medium gegenüber einem zweiten Medium, auf welches die Wärme des ersten Mediums übertragen werden soll, ab. Derartige Strömungskanäle können Rohre mit rundem Querschnitt, Rechteckrohre, Flachrohre oder auch Scheibenpaare sein, bei welchen zwei Platten oder Scheiben randseitig verbunden sind. Meistens sind die Medien, die miteinander in Wärmeaustausch stehen, verschieden, z. B. strömt in den Rohren ein heißes, mit Rußpartikeln beladenes Abgas, und auf der Außenseite werden die Abgasrohre von einem flüssigen Kühlmittel umströmt, was unterschiedliche Wärmeübertragungsverhältnisse auf der Innen- und der Außenseite der Rohre zur Folge hat. Man hat daher, insbesondere für Abgasrohre vorgeschlagen, auf deren Innenseite V-förmig und diffusorartig angeordnete Tur-

- 2 -

bulenzerzeuger anzuordnen, die für eine Verwirbelung der Strömung und eine Verbesserung des Wärmeüberganges auf der Abgasseite sorgen sowie gleichzeitig eine Rußablagerung verhindern. Derartige Lösungen für Abgaswärmeeübertrager gehen aus folgenden Druckschriften der Anmelderin hervor: EP-A 677 715, DE-A 195 40 683, DE-A 196 54 367 und DE-A 196 54 368. Diese bekannten Abgaswärmeeübertrager weisen Rechteckrohre aus Edelstahl auf, die aus zwei miteinander verschweißten Halbschalen zusammengesetzt sind, in welche die Turbulenzerzeuger, so genannte winglets eingeformt bzw. eingeprägt und hintereinander angeordnet sind. Die winglet-Paare der beiden Halbschalen sind entweder in Längsrichtung der Rohre, d. h. in Strömungsrichtung gegeneinander versetzt (DE 196 54 367, DE 196 54 368) oder einander gegenüber liegend (DE 195 40 683) angeordnet.

In der DE-A 101 27 084 der Anmelderin wurde ein Wärmeübertrager, insbesondere ein Kühlmittel/Luftkühler mit Flachrohren und Wellrippen vorgeschlagen, bei welchen die flachen Seiten der Flachrohre eine aus Strukturelementen bestehende Struktur aufweisen. Die Strukturelemente sind länglich ausgebildet, V-förmig in Reihen quer zur Kühlmittelströmungsrichtung bzw. quer zur Längsachse der Rohre angeordnet und fungieren als Wirbelerzeuger, um den Wärmeübergang auf der Kühlmittelseite zu erhöhen. Die Wirbelerzeuger sind in beide sich gegenüber liegenden Rohrwände eingeprägt und ragen nach innen in die Kühlmittelströmung. Die Reihen von Wirbelerzeugern auf einer Flachrohrseite sind in Strömungsrichtung versetzt gegenüber den Reihen auf der anderen Flachrohrseite. Damit ist es auch möglich, die nach innen ragende Höhe der Wirbelerzeuger größer als die halbe lichte Weite des Flachrohrquerschnittes zu bemessen.

Durch die EP-A 1 061 319 wurde ein Flachrohr für einen Kraftfahrzeugkühler bekannt, welches auf seinen flachen Seiten eine Struktur aufweist, die aus einzelnen länglichen, in Reihen angeordneten Strukturelementen besteht. Dabei sind in Strömungsrichtung Reihen mit unterschiedlich ausgerichteten

- 3 -

Strukturelementen angeordnet, sodass die Strömung im Inneren des Flachrohres etwa zick-zack-förmig umgelenkt wird. Insbesondere sind jedoch die Reihen mit Strukturelementen auf einer Flachrohrseite in Strömungsrichtung versetzt gegenüber den Reihen der gegenüberliegenden Flachrohrseite angeordnet. Einer Reihe von Strukturelementen liegt also jeweils ein glatter Bereich der Flachrohrinnenwand gegenüber. Die Strömung innerhalb des Kühlmittelrohres wird somit abwechselnd von den Strukturelementen der einen und der anderen Flachrohrseite, nicht jedoch gleichzeitig beeinflusst. Damit soll unter anderem eine Verstopfung der Rohre vermieden werden. Hinsichtlich der Wärmeübertragungsfähigkeit ergeben sich hier noch Potenziale.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Strömungskanal sowie einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art hinsichtlich seiner Wärmeübertragungsfähigkeit zu verbessern, insbesondere Turbulenz- und Wirbelbildung zu erhöhen, wobei der Druckverlust in einem noch vertretbaren Maß ansteigen soll.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patenanspruches 1 gelöst. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass sich die insbesondere in Reihen angeordneten Strukturelemente auf der einen und der anderen Seite des Strömungskanals im wesentlichen gegenüber liegen, also in Strömungsrichtung gesehen, jeweils etwa auf gleicher Höhe angeordnet sind. Die sich gegenüberliegenden Strukturelemente beziehungsweise Reihen können auch in Strömungsrichtung gegeneinander versetzt sein, allerdings nur soweit, dass noch eine Überlappung besteht. Damit greifen gleichzeitig von der einen und der anderen Wärmeübertragerfläche abragende, in den Strömungskanal hineinragende Strukturelemente in die Strömung ein und bewirken eine Verwirbelung der Strömung, die eine Verbesserung der Wärmeübertragung auf der Innenseite des Strömungskanals zur Folge hat. Darüber hinaus wird – beispielsweise im Falle einer Abgasströmung – unter Umständen eine Ruß-

- 4 -

ablagerung verhindert. Der Druckverlust hält sich dabei in vertretbaren Grenzen. Die Strömung innerhalb des Strömungskanals wird somit von beiden Seiten gleichzeitig gestört, d. h. beide Grenzschichten werden gleichzeitig abgelöst, was zu einer besonders starken Verwirbelung führt. Die sich ge-
5 gegenüberliegenden Strukturelemente beziehungsweise Reihen aus Strukturelementen können sich ebenfalls auf der Außenseite des Strömungskanals – im Falle eines Abgaskühlers auf der Kühlmittelseite – befinden. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

10 Eine Reihe mit Strukturelementen wird im Rahmen der vorliegenden Erfindung von einem oder mehreren Strukturelementen gebildet, die in Strömungsrichtung P im wesentlichen nebeneinander angeordnet sind. Insbesondere kann eine Reihe also auch durch ein einzelnes Strukturelement gebildet sein, neben dem beispielsweise keine weiteren Strukturelemente an-
15 geordnet sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sehen verschiedene Ausführungsformen der Strukturelemente vor, wobei diese geradlinig oder gekrümmt ausgebildet sein können, d. h. mit einem konstanten oder variablen
20 Abströmwinkel zur Strömungsrichtung. Durch die Änderung des Abströmwinkels von einem relativ großen Anströmwinkel bis zum Abströmwinkel ergibt sich eine „sanfte“ Umlenkung der Strömung und damit ein etwas reduzierter Druckverlust. Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung können die Strukturelemente innerhalb einer Reihe versetzt ange-
25 ordnet sein, d. h. die Strukturelemente sind zwar in einer quer zur Strömungsrichtung verlaufenden Reihe angeordnet, jedoch in Strömungsrichtung gestaffelt angeordnet. Auch dadurch ergibt sich der Vorteil eines geringeren Druckverlustes. Darüber hinaus können sich gegenüberliegende Reihen, also der einen oder anderen Flachrohrseite, in Strömungsrichtung gegenein-
30 ander versetzt angeordnet sein, wobei jedoch immer eine Überlappung zwischen beiden Reihen erhalten bleibt. Auch durch diese Versetzung in Strö-

- 5 -

5 mungsrichtung ergibt sich ein geringerer Druckverlust. Berühren sich die gegenüberliegenden Strukturen und werden diese durch Schweißen oder Löten verbunden, so kann die Festigkeit gesteigert werden. Nach einer weiteren Variante sind die Strukturelemente nicht in gleichmäßigen Abständen in einer Reihe angeordnet, vielmehr weisen diese Reihen Lücken auf, denen jeweils auf der gegenüberliegenden Seite Strukturelemente gegenüber liegen und diese Lücken somit – in der Draufsicht – „ausfüllen“. Auch dadurch wird der Vorteil eines geringeren Druckverlustes erreicht.

10 Zwischen oder neben den Strukturelementen beziehungsweise zwischen oder innerhalb der „Strukturreihen“ (Reihen mit Strukturelementen) können (in Strömungsrichtung P gesehen) auch Noppen und/oder Stege nach außen oder innen ausgeprägt werden, um eine „Abstützung“ und damit eine Festigkeitssteigerung zu erreichen. Die Wirbel erzeugenden Strukturen können
15 diese Funktion ebenfalls ganz oder teilweise übernehmen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind die sich im wesentlichen gegenüberliegenden Wärmeübertragungsflächen und insbesondere die darauf angeordneten Strukturelemente gekrümmt. Insbesondere bei Rohren mit
20 kreisrundem oder ovalem Querschnitt werden die erfindungsgemäßen Vorteile erreicht.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform sind die sich im wesentlichen gegenüberliegenden Wärmeübertragungsflächen wärmetechnische Primärflächen. Gemäß einer Variante sind die Wärmeübertragungsflächen dagegen wärmetechnische Sekundärflächen, die insbesondere durch vorzugsweise mit dem Strömungskanal verlötete, verschweißte oder verklemmte Rippen, Stege oder dergleichen gebildet sind.
25